

[Claim 1]           An electronic circuit device comprising a wiring substrate on which a plurality of electrodes are formed, and a semiconductor integrated circuit chip provided with a plurality of bumps, wherein the electrodes and the bumps at positions corresponding to each other are connected to each other with an anisotropic conductive film interposed therebetween, connecting portions of the electrodes and the bumps are surrounded by the anisotropic conductive film, the wiring substrate and the semiconductor integrated circuit chip are bonded to each other, and the bumps are formed so that a bottom diameter A of the bump connected to the electrode, a height H of the bump from the semiconductor integrated circuit chip to where the bump is connected to the electrode, and a linear expansion coefficient F (mm/°C) and a Young's modulus E (kgf/mm<sup>2</sup>) of a resin component constituting the anisotropic conductive film at any temperatures equal to or lower than a glass transition temperature stay within a range defined by the following formula (1) (aL is a lower-limit value, and aU is an upper-limit value).

[0038]   The method of manufacturing the electronic circuit device according to the present invention thus described can be applied, for example, in the case where the linear expansion coefficient of the wiring substrate is approximately 10 times as large as that of the semiconductor integrated circuit chip in a planar direction, the resin component constituting the anisotropic conductive film is thermosetting resin, and the linear expansion coefficient of the resin component. stays within the range of 20 to 90 ppm.

[Table 1]

ACF resin binder

Young's modulus

linear expansion coefficient

ACF:    anisotropic conductive film

12/24

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-184811

(P2002-184811A)

(43) 公開日 平成14年6月28日 (2002.6.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 21/60

H 0 5 K 3/32

識別記号

3 1 1

F I

H 0 1 L 21/60

H 0 5 K 3/32

H 0 1 L 21/92

テマコード\* (参考)

3 1 1 S 5 E 3 1 9

B 5 F 0 4 4

6 0 2 G

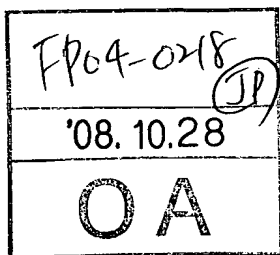
審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2000-376533(P2000-376533)

(22) 出願日

平成12年12月11日 (2000.12.11)



(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 沢田 浩一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 岩津 聡

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100094053

弁理士 佐藤 隆久

最終頁に続く

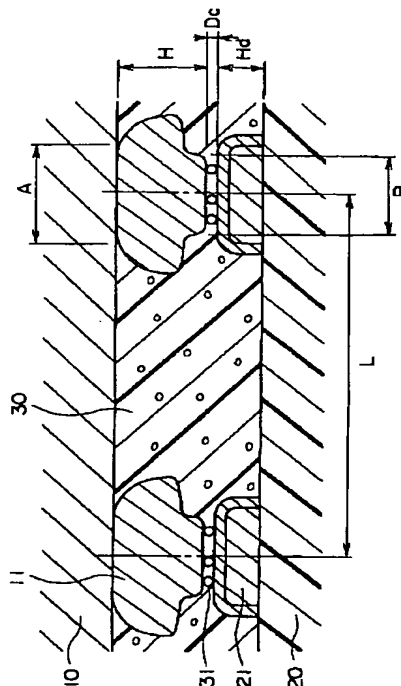
(54) 【発明の名称】 電子回路装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】異方性導電フィルムにより接続されるフリップチップ実装構造において、熱応力に対する信頼性を高める条件に基づいて設計された信頼性の高いフリップチップ実装形態の電子回路装置とその製造方法を提供する。

【解決手段】異方性導電フィルム3を介して電極21が形成された配線基板2上にパンプ11が形成された半導体チップ10が実装された電子回路装置であって、電極21と接合しているパンプ11のボトム径Aと、パンプ11の半導体チップ10から電極21と接合するまでの高さHと、異方性導電フィルム3を構成する樹脂成分30のガラス転移温度以下における線膨張率F (mm/°C) およびヤング率E (kgf/mm<sup>2</sup>) とを下記式で規定される範囲にパンプ11が形成されている構成とする。

$$10 < (A/H) + (1000 \times E \times F) < 22$$



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の電極が形成された配線基板と、複数のバンプが形成された半導体集積回路チップとを有し、異方性導電フィルムを介して、対応する位置の電極とバンプとが接合され、さらに、上記異方性導電フィルムにより、電極とバンプとの接合部分が包囲され、かつ、上記配線基板と上記半導体集積回路チップとが接着されている電子回路装置であって、

$$aL < (A/H) + (1000 \times E \times F) < aU \quad \dots (1)$$

但し、 $aL$  は下限値であり、

$aU$  は上限値である。

【請求項2】上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分は熱硬化性樹脂である請求項1に記載の電子回路装置。

【請求項3】上記バンプは金を含み、

上記電極は導電性金属である請求項1に記載の電子回路装置。

【請求項4】上記下限値  $aL$  は約10であり、上記上限値  $aU$  は約22である請求項1に記載の電子回路装置。

【請求項5】複数の電極が形成された配線基板と、複数の

$$(b1 \times L/2) < A < (b2 \times L/2) \quad \dots (2)$$

但し、 $b1$  は第1の係数であり、

$b2$  は第2の係数である。

【請求項6】上記第1の係数  $b1$  は約0.75であり、上記第2の係数  $b2$  は約0.85である請求項5に記載の電子回路装置。

【請求項7】複数の電極が形成された配線基板と、複数のバンプが形成された半導体集積回路チップとを有し、異方性導電フィルムを介して、対応する位置の電極とバンプとが接合され、さらに、上記異方性導電フィルムにより、電極とバンプとの接合部分が包囲され、かつ、上記配線基板と上記半導体集積回路チップとが接着されて

$$aL < (A/H) + (1000 \times E \times F) < aU \quad \dots (3)$$

$$(b1 \times L/2) < A < (b2 \times L/2) \quad \dots (4)$$

但し、 $aL$  は下限値であり、

$aU$  は上限値であり、

$b1$  は第1の係数であり、

$b2$  は第2の係数である。

【請求項8】上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分は熱硬化性樹脂である請求項7に記載の電子回路装置。

【請求項9】上記バンプは金を含み、

上記電極は導電性金属である請求項7に記載の電子回路装置。

【請求項10】上記下限値  $aL$  は約10であり、上記上限値  $aU$  は約22である請求項7に記載の電子回路装置。

【請求項11】上記第1の係数  $b1$  は約0.75であ

$$(b1 \times L/2) < A < (b2 \times L/2) \quad \dots (5)$$

但し、 $b1$  は第1の係数であり、 $b2$  は第2の係数であ

上記電極と接合している上記バンプのボトム径  $A$  と、上記バンプの上記半導体集積回路チップから上記電極と接合するまでの高さ  $H$  と、上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分のガラス転移温度以下における線膨張率  $F$  ( $\text{mm}/^\circ\text{C}$ ) およびヤング率  $E$  ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ) とが、下記式(1)で規定される範囲となるように、上記バンプが形成されている電子回路装置。

10 のバンプが形成された半導体集積回路チップとを有し、異方性導電フィルムを介して、対応する位置の電極とバンプとが接合され、さらに、上記異方性導電フィルムにより、電極とバンプとの接合部分が包囲され、かつ、上記配線基板と上記半導体集積回路チップとが接着されている電子回路装置であって、

上記バンプが上記電極と接合しているバンプのボトム径  $A$  と、バンプのピッチ  $L$  とが、下記式(2)で規定される範囲となるように、上記バンプが形成されている電子回路装置。

いる電子回路装置であって、

上記電極と接合している上記バンプのボトム径  $A$  と、上記バンプの上記半導体集積回路チップから上記電極と接合するまでの高さ  $H$  と、上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分のガラス転移温度以下における線膨張率  $F$  ( $\text{mm}/^\circ\text{C}$ ) およびヤング率  $E$  ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ) とが、下記式(3)で規定される範囲となるように、上記バンプが形成されており、かつ、

30 上記バンプのボトム径  $A$  と、バンプのピッチ  $L$  とが、下記式(4)で規定される範囲となるように、上記バンプが形成されている電子回路装置。

り、上記第2の係数  $b2$  は約0.85である請求項7に記載の電子回路装置。

【請求項12】複数の電極が形成された配線基板と、複数のバンプが形成された半導体集積回路チップとを有し、異方性導電フィルムを介して、対応する位置の電極とバンプとが接合され、さらに、上記異方性導電フィルムにより、電極とバンプとの接合部分が包囲され、かつ、上記配線基板と上記半導体集積回路チップとが接着されている電子回路装置の製造方法であって、

(a) バンプを形成する工程であって、上記バンプが上記電極と接合した時のバンプのボトム径を  $A$  とし、隣接するバンプのピッチ(距離)を  $L$  としたとき、下記式

(5)で規定されるピッチで隣接するバンプを形成し、かつ、

り、個々のバンプの寸法を、上記ボトム径を  $A$  とし、上

記バンプの上記半導体集積回路チップから上記電極と接合するまでの高さを $H$ とし、上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分のガラス転移温度以下における線膨張率を $F$  ( $\text{mm}/^\circ\text{C}$ ) とし、そのときのヤング率を $E$  ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ) としたときに、下記式(6)で規定され

$$a_L < (A/H) + (1000 \times E \times F) < a_U \quad \dots (6)$$

但し、 $a_L$  は下限値であり、

$a_U$  は上限値である、

(b) 上記バンプの形成工程と別個に行う上記配線基板に電極を形成する工程であって、上記式(5)で規定されるピッチで隣接する電極を形成し、かつ、個々の電極について、電極の頭部の大きさが上記バンプのボトム径 $A$ と同等またはそれ以上に形成する工程と、

(c) 上記電極が形成された上記配線基板の面上において上記電極上に異方性導電フィルムを設ける工程と、

(d) 上記バンプと上記電極とを位置合わせして、上記異方性導電フィルム上に上記バンプが形成された半導体集積回路チップを載置する工程と、

(e) 上記バンプが形成された半導体集積回路チップの上面から加圧して、上記異方性導電フィルムを介して上記バンプと上記電極とを電氣的に接続させる工程と、

(f) 上記半導体装置の上面から加熱して上記異方性導電フィルムを固化させて上記バンプが形成された半導体集積回路チップを固着する工程とを有する電子回路装置の製造方法。

【請求項13】 上記異方性導電フィルムを固化させるときの加熱温度は上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分のガラス転移温度より高い温度である請求項12に記載の電子回路装置の製造方法。

【請求項14】 上記バンプは金を含み、上記電極は導電性金属である請求項12に記載の電子回路装置の製造方法。

【請求項15】 上記下限値 $a_L$  は約10であり、上記上限値 $a_U$  は約22である請求項12に記載の電子回路装置の製造方法。

【請求項16】 上記第1の係数 $b_1$  は約0.75であり、上記第2の係数 $b_2$  は約0.85である請求項12に記載の電子回路装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の実施の形態】 本発明は、半導体装置を配線基板上に実装した電子回路装置およびその製造方法に関し、特にバンプ(突起電極)を有する半導体装置を配線基板上に実装した電子回路装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 デジタルビデオカメラ、デジタル携帯電話、あるいはノートパソコンなど、携帯用電子機器の小型化、薄型化、軽量化に対する要求は強くなる一方であり、これに応えるために近年のVLSIなどの半導体装

る範囲になるようにするため、上記電極と接合する前のバンプの初期高さ $H_0$ を上記接合によって変形する分を加算した高さに形成し、上記で電極と接合することにより上記ボトム径 $A$ となるように上記バンプをほぼ球状に形成する工程と、

置においては3年で7割の縮小化を実現してきた一方で、このような半導体装置をプリント配線基板上に実装した電子回路装置としても、実装基板(プリント配線基板)上の部品実装密度をいかに向上させるかが重要な課題として研究および開発がなされてきた。

【0003】 従来、半導体装置のパッケージ形態としては、DIP(Dual Inline Package)あるいはPGA(Pin Grid Array)など、プリント基板に設けたスルーホールにリード線を挿入して実装するリード挿入型(THD: Through Hole Mount Device)や、QFP(Quad Flat Package)あるいはTCP(Tape Carrier Package)など、リード端子を基板の表面にハンダ付けして実装する表面実装型(SMD: Surface Mount Device)が用いられてきた。さらに、装置の小型化、高密度化のために、パッケージサイズを半導体チップの大きさに限りなく近づけたチップサイズパッケージ(CSP: Chip Size Package、FBGA(Fine-Pitch BGA)とも呼ばれる)と呼ばれるパッケージ形態へと移行してきた。

【0004】 さらに装置の小型化、高密度化を実現するために、半導体チップをベアチップ状態でプリント配線基板(PWB: Printed Wiring Board、以下単に配線基板とも言う)上に実装する方法が開発された。

【0005】 さらに、上記のベアチップ状態の半導体集積回路チップあるいはCSP形態の半導体装置(以下、これらを総称して半導体集積回路チップあるいは単に半導体チップと言う)など実装する方法として、半導体チップのパッド電極に、予めバンプ(突起電極)を形成しておき、バンプ形成面を配線基板に向けるフェースダウン方式で、バンプを介して半導体チップのパッド電極と配線基板の電極を電氣的かつ機械的に接続するフリップチップ実装法が開発された。

【0006】 上記のフリップチップ形態において、半導体チップにバンプを形成する方法は、大きく分けて金などのスタッドバンプ方式とはんだバンプ方式がある。スタッドバンプは、金ワイヤなどを用いたワイヤボンディングにより半導体チップ上に形成され、一方はんだバンプはメッキ方式、蒸着方式、ボール転写方式などにより形成される。

【0007】 上記のスタッドバンプ方式などによるバンプが形成された半導体チップを配線基板上に実装する方法として、例えば異方性導電フィルムを用いてバンプと配線基板上の電極を接続する方法が開発されている。

【0008】 上記の異方性導電フィルムとは、例えば熱硬化性樹脂などの樹脂バインダ中に導電性ボールを分散

して、フィルム状に加工したものである。異方性導電フィルム自体には導電性はないが、例えば1対の電極間に異方性導電フィルムを配置して両電極で押しつぶすと、異方性導電フィルム中の導電性ボールが両電極の表面に接触して、電極間を電氣的に接続することができる。電極間の電氣的接続が得られた状態で、樹脂バインダを固化させることで、両電極を固着することが可能である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】半導体集積回路チップとしては、半導体基板にシリコンを用いたものが多数を占めている。シリコンチップの線膨張率は、配線基板の線膨張率より非常に小さい。例えば、半導体集積回路チップの線膨張率は配線基板の線膨張率のほぼ1/10以下にもなる。このように、半導体集積回路チップの線膨張率と配線基板の線膨張率とは大きく異なるから、温度変化があると熱応力がかかる。半導体集積回路チップの線膨張率と異方性導電フィルムの固化した樹脂成分の線膨張率も大きく異なる場合が多い。同様に、配線基板の線膨張率と異方性導電フィルムの固化した樹脂成分の線膨張率も異なる場合が多い。

【0010】そのため、半導体集積回路チップは使用時に発熱して温度が上昇するが、この時に半導体集積回路チップと配線基板あるいは異方性導電フィルムの固化した樹脂成分との線膨張率の相違により、異方性導電フィルムを介して接続させた半導体集積回路チップ（シリコンチップ）と配線基板との間に熱応力が発生する。

【0011】小型化を意図したフリップチップのような構造には、リードフレームのような応力を緩和する機構が存在しない。その結果、フリップチップ実装構造をとると、半導体集積回路チップが変形したり、バンプと電極との接合が低下したり、接合状態が喪失する可能性がある。特に、半導体チップの使用時と不使用時の温度上下動を繰り返すことにより、接合面が疲労破壊を起こし、ある温度サイクル数（寿命）にてバンプ接合が断線してしまう。

【0012】このように、フリップチップ実装形態は、小型化を意図したが、熱応力によってバンプの接続不良または喪失による半導体装置の信頼性が低下する場合がある。従って、リードフレームのような応力を緩和する機構を有しないフリップチップ実装により半導体チップを配線基板上に実装した電子回路装置において、熱応力

$$a_L < (A/H) + (1000 \times E \times F) < a_U \quad \dots (1)$$

【0017】これまで、バンプの高さは単に高いほうが好ましいと考えられてきた。しかしながら、本願発明者の考察と実験によれば、バンプの寸法は、上記式で規定される最適値があることが判明した。即ち、 $A/H$ の値に好ましい一定の領域が存在し、それは $E \times F$ の値に影響を受け、 $(A/H)$ と $(1000 \times E \times F)$ の和が一定の範囲となっていることが条件となる。

【0018】なお、バンプの高さを考慮するとき、配線

に対する信頼性を高めることが望まれている。

【0013】はんだバンプを用いたCSP形態の半導体装置をフリップチップで実装する場合には、はんだバンプの高さは高いほうが接続安定性が増し、信頼性が高まり、寿命が延びることが広く知られている。これは、はんだバンプの高さを高くすると、半導体装置と配線基板の間隔が広がるので、上記のような熱応力がかけられた場合の歪みが小さくなり、また、応力を緩和する部分も広がるためと考えられている。異方性導電フィルムを用いて接続する場合でも、バンプ高さをなるべく高くするほうが安定性が増すと考えられたが、実際に試験するとそのままでは十分な信頼性が得られず、異方性導電フィルムの樹脂成分組成を変更し、闇雲に試験してよりよいものを捜すような状況となってしまう。

【0014】本発明は、上記の状況に鑑みてなされたものであり、従って本発明の目的は、異方性導電フィルムにより接続されるフリップチップ実装構造において、熱応力に対する信頼性を高める条件を見だし、そのような条件に基づいて設計された信頼性の高いフリップチップ実装形態の電子回路装置と、その製造方法を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明の第1の電子回路装置は、複数の電極が形成された配線基板と、複数のバンプが形成された半導体集積回路チップとを有し、異方性導電フィルムを介して、対応する位置の電極とバンプとが接合され、さらに、上記異方性導電フィルムにより、電極とバンプとの接合部分が包囲され、かつ、上記配線基板と上記半導体集積回路チップとが接着されている電子回路装置であって、上記電極と接合している上記バンプのボトム径 $A$ と、上記バンプの上記半導体集積回路チップから上記電極と接合するまでの高さ $H$ と、上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分のガラス転移温度以下における線膨張率 $F$ （ $\text{mm}/^\circ\text{C}$ ）およびヤング率 $E$ （ $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ）とが、下記式（1）で規定される範囲となるように、上記バンプが形成されている。式中、 $a_L$ は下限値であり、 $a_U$ は上限値である。

【0016】

【数1】

基板に形成した電極の高さをも考慮すべきである。バンプの高さと、電極の高さとで、配線基板と半導体集積回路チップとの間の間隙を維持して、配線基板と半導体集積回路チップとの接触を防止し、配線基板と半導体集積回路チップとの間に介在してバンプと電極との接合部分を包囲して配線基板と半導体集積回路チップとを固着する異方性導電フィルムの樹脂成分の条件を適切にすることができからである。

【0019】上記の本発明の電子回路装置は、好適には、上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分は熱硬化性樹脂である。例えば、上記配線基板の線膨張率は上記半導体集積回路チップの平面方向の線膨張率の10倍程度であり、上記熱硬化性樹脂の線膨張率が20～90ppmの範囲の場合などに適用できる。

【0020】上記の本発明の電子回路装置は、好適には、上記バンパは金を含み、上記電極は導電性金属である。

【0021】上記の本発明の電子回路装置は、好適には、上記下限値  $a_L$  は約10であり、上記上限値  $a_U$  は約22である。

【0022】例えば、上記の本発明の電子回路装置は、上記バンパの高さ  $H$  が約20  $\mu\text{m}$ ～約40  $\mu\text{m}$ の範囲の場合に適用できる。

【0023】また、例えば、上記の本発明の電子回路装

$$(b_1 \times L / 2) < A < (b_2 \times L / 2) \quad \dots (2)$$

【0026】隣接するバンパのピッチを縮めれば縮めるほど、形成できるバンパの数は大きくできるから、望ましい。しかしながら、本願発明者の考察および実験によれば、上記式(2)で規定する限界があることが判った。

【0027】上記の本発明の電子回路装置は、好適には、上記第1の係数  $b_1$  は約0.75であり、上記第2の係数  $b_2$  は約0.85である。

【0028】また、上記の目的を達成するため、本発明の第3の電子回路装置は、複数の電極が形成された配線基板と、複数のバンパが形成された半導体集積回路チップとを有し、異方性導電フィルムを介して、対応する位置の電極とバンパとが接合され、さらに、上記異方性導電フィルムにより、電極とバンパとの接合部分が包囲され、かつ、上記配線基板と上記半導体集積回路チップとが接着されている電子回路装置であって、上記電極と接合している上記バンパのボトム径  $A$  と、上記バンパの上記半導体集積回路チップから上記電極と接合するまでの高さ  $H$  と、上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分のガラス転移温度以下における線膨張率  $F$  ( $\text{mm}/^\circ\text{C}$ ) およびヤング率  $E$  ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ) とが、上記式

(1)で規定される範囲となるように、上記バンパが形成されており、かつ、上記バンパのボトム径  $A$  と、バンパのピッチ  $L$  とが、上記式(2)で規定される範囲となるように、上記バンパが形成されている。

【0029】上記の本発明の第3の電子回路装置は、上記の第1の電子回路装置のバンパの寸法条件と第2の電子回路装置のバンパのピッチ条件を組み合わせたものである。このような本発明の第3の電子回路装置によれば、熱応力に対して信頼性を示し、現実的な個数のバンパを配設可能な半導体装置が提供できる。

【0030】上記の本発明の電子回路装置は、好適には、上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分は熱硬

置は、上記バンパのボトム径  $A$  が80  $\mu\text{m}$ 以下の場合に適用できる。

【0024】また、上記の目的を達成するため、本発明の第2の電子回路装置は、複数の電極が形成された配線基板と、複数のバンパが形成された半導体集積回路チップとを有し、異方性導電フィルムを介して、対応する位置の電極とバンパとが接合され、さらに、上記異方性導電フィルムにより、電極とバンパとの接合部分が包囲され、かつ、上記配線基板と上記半導体集積回路チップとが接着されている電子回路装置であって、上記バンパが上記電極と接合しているバンパのボトム径  $A$  と、バンパのピッチ  $L$  とが、下記式(2)で規定される範囲となるように、上記バンパが形成されている。式中  $b_1$  は第1の係数であり、 $b_2$  は第2の係数である。

【0025】

【数2】

化性樹脂である。例えば、上記配線基板の線膨張率は上記半導体集積回路チップの平面方向の線膨張率の10倍程度であり、上記熱硬化性樹脂の線膨張率が20～90ppmの範囲である場合に適用できる。

【0031】上記の本発明の電子回路装置は、好適には、上記バンパは金を含み、上記電極は導電性金属である。

【0032】上記の本発明の電子回路装置は、好適には、上記下限値  $a_L$  は約10であり、上記上限値  $a_U$  は約22である。

【0033】例えば、上記の本発明の電子回路装置は、上記バンパの高さ  $H$  が約20  $\mu\text{m}$ ～約40  $\mu\text{m}$ の範囲の場合に適用できる。

【0034】また、例えば、上記の本発明の電子回路装置は、上記バンパのボトム径  $A$  が80  $\mu\text{m}$ 以下の場合に適用できる。

【0035】上記の本発明の電子回路装置は、好適には、上記第1の係数  $b_1$  は約0.75であり、上記第2の係数  $b_2$  は約0.85である。

【0036】また、上記の目的を達成するため、本発明の電子回路装置の製造方法は、複数の電極が形成された配線基板と、複数のバンパが形成された半導体集積回路チップとを有し、異方性導電フィルムを介して、対応する位置の電極とバンパとが接合され、さらに、上記異方性導電フィルムにより、電極とバンパとの接合部分が包囲され、かつ、上記配線基板と上記半導体集積回路チップとが接着されている電子回路装置の製造方法であって、(a)バンパを形成する工程であって、上記バンパが上記電極と接合した時のバンパのボトム径を  $A$  とし、隣接するバンパのピッチ(距離)を  $L$  としたとき、上記式(2)で規定されるピッチで隣接するバンパを形成し、かつ、個々のバンパの寸法を、上記ボトム径を  $A$  とし、上記バンパの上記半導体集積回路チップから上記電

極と接合するまでの高さをHとし、上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分のガラス転移温度以下における線膨張率をF (mm/°C) とし、そのときのヤング率をE (kgf/mm<sup>2</sup>) としたときに、上記式(1)で規定される範囲になるようにするため、上記電極と接合する前のパンプの初期高さH<sub>0</sub>を上記接合によって変形する分を加算した高さに形成し、上記で電極と接合することにより上記ボトム径Aとなるように上記パンプをほぼ球状に形成する工程と、(b)上記パンプの形成工程と別個に行う上記配線基板上に電極を形成する工程であつて、上記式(2)で規定されるピッチで隣接する電極を形成し、かつ、個々の電極について、電極の頭部の大きさが上記パンプのボトム径Aと同等またはそれ以上に形成する工程と、(c)上記電極が形成された上記配線基板の面上において上記電極上に異方性導電フィルムを設ける工程と、(d)上記パンプと上記電極とを位置合わせして、上記異方性導電フィルム上に上記パンプが形成された半導体集積回路チップを載置する工程と、(e)上記パンプが形成された半導体集積回路チップの上面から加圧して、上記異方性導電フィルムを介して上記パンプと上記電極とを電氣的に接続させる工程と、(f)上記半導体装置の上面から加熱して上記異方性導電フィルムを固化させて上記パンプが形成された半導体集積回路チップを固着する工程とを有する。

【0037】上記の本発明の電子回路装置の製造方法は、好適には、上記異方性導電フィルムを固化させるときの加熱温度は上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分のガラス転移温度より高い温度である。

【0038】例えば、上記の本発明の電子回路装置の製造方法は、上記配線基板の線膨張率が上記半導体集積回路チップの平面方向の線膨張率の10倍程度であり、上記異方性導電フィルムを構成する樹脂成分は熱硬化性樹脂であり、その線膨張率が20～90ppmの範囲である場合に適用できる。

【0039】上記の本発明の電子回路装置の製造方法は、好適には、上記パンプは金を含み、上記電極は導電性金属である。

【0040】上記の本発明の電子回路装置の製造方法は、好適には、上記下限値a<sub>L</sub>は約10であり、上記上限値a<sub>U</sub>は約22である。

【0041】例えば、上記の本発明の電子回路装置の製造方法は、上記パンプの高さHが約20μm～約40μmの範囲の場合に適用できる。

【0042】また、例えば、上記の本発明の電子回路装置の製造方法は、上記パンプのボトム径Aが80μm以下の場合に適用できる。

【0043】上記の本発明の電子回路装置の製造方法

$$a_L < (A/H) + (1000 \times E \times F) < a_U \quad \dots (1)$$

【0050】考察およびシミュレーションを含む実験によれば、パンプの寸法は、上記式で規定される最適値が

は、好適には、上記第1の係数b<sub>1</sub>は約0.75であり、上記第2の係数b<sub>2</sub>は約0.85である。

【0044】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の電子回路装置の製造方法の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0045】図1は、本実施形態に係る電子回路装置の断面図である。図1に示した電子回路装置は、半導体装置1を配線基板2上に異方性導電フィルム3により実装、固着されたものである。半導体装置1は、半導体チップ(ICチップ)10のパッド電極に接続して複数の金スタッドパンプなどのパンプ(突起電極)11が形成されたベアチップ状態の半導体装置である。また、配線基板2は、絶縁性基板20上に電極(ランド)21が設けられ、電極21に接続して絶縁性基板20の表面および内部に配線部(不図示)が設けられている。上記のパンプ11が、電極21に接続するように、異方性導電フィルム3を介して実装されている。

【0046】異方性導電フィルム3は、例えばエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂からなる樹脂バインダ30中に導電性ボール31を分散して、フィルム状に加工したものであり、パンプ11と電極21により押しつぶすと、異方性導電フィルム中の導電性ボール31がパンプ11および電極21の表面に接触して、電極間を電氣的に接続することができる。さらにパンプ11と電極21間の電氣的接続が得られた状態で、樹脂バインダ30が固化されており、パンプ11と電極21を包囲しながら、配線基板2と半導体装置1とが固着されている。

【0047】図2は、図1におけるパンプ11と電極21の接合部分を拡大した断面図である。半導体チップ10のパッド電極に接続して形成されたパンプ11と、絶縁性基板20上に設けられた電極21とが、異方性導電フィルムを構成する樹脂バインダ30に分散された導電性ボール31を介して電氣的に接続されている。また、上記樹脂バインダ30はパンプ11と電極21を包囲しながら、配線基板と半導体装置を固着している。

【0048】ここで、パンプ11のボトム径Aと、パンプ11の半導体チップ10から接合するまでの高さ(パンプ高さ)Hと、異方性導電フィルムを構成する樹脂バインダ30のガラス転移温度以下における線膨張率F (mm/°C) およびヤング率E (kgf/mm<sup>2</sup>) とが、下記式(1)で規定される範囲となるように、パンプ11が形成されている。式中、a<sub>L</sub>は下限値であり、a<sub>U</sub>は上限値である。

【0049】

【数3】

あることが判明した。即ち、A/Hの値に好ましい一定の領域が存在し、それはE×Fの値に影響を受け、(A

10

20

30

40

／H)と(1000×E×F)の和が一定の範囲となっていることが条件となる。

【0051】具体的には、例えば、配線基板20の平面方向の線膨張率が半導体チップ10の線膨張率の10倍程度であり、異方性導電フィルムを構成する樹脂バインダ30である熱硬化性樹脂の線膨張率が20～90ppm

$$10 < (A/H) + (1000 \times E \times F) < 22 \quad \dots (1a)$$

【0053】の範囲が好ましい。

【0054】また、図2に示す電子回路装置においては、パンプ11のボトム径Aと、パンプ11のピッチLとが、下記式(2)で規定される範囲となるように、バ

$$(b_1 \times L/2) < A < (b_2 \times L/2) \quad \dots (2)$$

【0056】隣接するパンプのピッチを縮めれば縮めるほど、形成できるパンプの数は大きくできるが、考察および実験によれば、上記式(2)で規定する限界があることが判った。特に、例えば上記の寸法のパンプなどに

$$(0.75 \times L/2) < A < (0.85 \times L/2) \quad \dots (2a)$$

【0058】の範囲が好ましい。

【0059】以下に、上記の電子回路装置の製造方法について図面を参照して説明する。

#### 【0060】パンプの形成方法

まず、図3(a)～(c)および図4(d)～(e)を参照して、上記の半導体チップに対するパンプの形成方法について説明する。図3(a)において、作業台4の上にICチップ10が載置されている。作業台4は加熱可能な構造になっている。ICチップ10には、パンプが形成される領域にアルミニウムパッド100が形成され、その周囲にパシベーション101が形成されている。ICチップ10の上部には、キャピラリ50が配設されている。キャピラリ50には金線(金ワイヤ)60が貫通するホール51が形成されている。キャピラリ50の上部には金線60を把持するクランプ52が配設されている。図解の状態においてはクランプ52は金線60の上部を把持している。キャピラリ50は、図解しない昇降機構により、ICチップ10の上下方向に昇降される。図3(a)に図解の状態は、キャピラリ50は上部の位置に位置している。キャピラリ50の先端の近傍のICチップ10の上部に、トーチ53が配設されている。

【0061】図3(a)に図解の状態において、トーチ53に高電圧を印加してトーチ53からその近傍に位置するキャピラリ50の先端の金線60の端部に放電によるスパークSを飛ばし、キャピラリ50の先端から突出している金線60の先端部に、パンプの元となる金の小さな球(以下、金ボールという)61を形成する。金ボール61は、図4にパンプ11の概略構造を図解したように、キャピラリ50の先端にほぼ球状に形成される。

【0062】次に、図3(b)に示すように、クランプ52を開放して金線60の把持を解き、キャピラリ50をICチップ10のアルミニウムパッド100に向けて

mの範囲にあり、パンプ11の高さHが約20μm～約40μmの範囲にあり、パンプ11のボトム径Aが80μm以下であるような場合などにおいて、

【0052】

【数4】

パンプ11が形成されている。式中、b1は第1の係数であり、b2は第2の係数である。

【0055】

【数5】

において、

【0057】

【数6】

下降させ、キャピラリ50の先端に形成された金ボール61をアルミニウムパッド100に対して所定の圧力で加圧して押圧する。この押圧状態において、超音波Vを印加し、作業台4を加熱して、金ボール61をアルミニウムパッド100に溶着固定する。

【0063】次に、図3(c)に示すように、キャピラリ50を、次の金ボールを形成させるために必要かつ十分な長さのテール量1r分の金線60がキャピラリ50の先端から突出するように、キャピラリ50をアルミニウムパッド100から上昇させる。この時、クランプ52は金線60の把持を開放状態にある。

【0064】次に、図4(d)に示すように、クランプ52を閉じて金線60を把持する。その後、キャピラリ50を上昇させる。これにより、金線60には張力が働く。この張力により、金線60の結晶領域とスパークで出来た再結晶領域との境界において、金ボール61の部分と金線60とが切断される。これにて、1個のパンプが形成されて、ボンディングが終了する。

【0065】なお、キャピラリ50の引き上げ量によって、キャピラリ50の先端からの金線60の突出量が規定され、それが、トーチ53からのスパークSによって形成される金ボール61の大きさを規定するから、キャピラリ50の昇降量が接合前のパンプ11(金ボール61)の大きさを規定することになる。従って、本実施の形態においては、金ボール61の大きさをこのキャピラリ50の昇降量で制御する。

【0066】以上の方法で、必要な分の複数のパンプを連続的に形成する。その場合、例えば、作業台4の位置をずらししていく。この作業台4の位置をずらす量が、隣接するパンプ11のピッチを規定する。そこで、本実施の形態においては、パンプ11のボトム径Aと、パンプ11のピッチLとが、上記式(2a)で規定される範囲となるように、作業台4をずらしながらパンプ11を形



成する。

【0067】上記で必要な複数のバンプが形成された後、図4(e)に示すように、レベリングプレート70を、ICチップ10の面に形成された複数のバンプ11の上に載置してレベリング加重をかけ、ICチップ10の面に形成された複数のバンプ11の高さを規定の高さに揃える。

【0068】ここで、形成するバンプ11の寸法としては、例えば上記式(1a)で規定される範囲となるように形成する。但し、接合時にバンプ11の高さHは変化してしまいうので、この変形分を予め加算した初期高さH0となるように、レベリングプレート70により全てのバンプ11を均一な高さに調整することが望ましい。さらに、上記のレベリング動作時においても変形されるので、レベリング動作前の大きさがこの分を考慮した大きさとなるようにボンディングを行うことが望ましい。

#### 【0069】配線基板の形成方法

次に、図1および図2に示す電極(ランド)21が形成された配線基板2の形成方法について述べる。電極21は、上述したICチップ10の複数のバンプ11の位置と対向する位置に、例えば、アルミニウム、銅などの導電性金属を用いて、バンプ11と同じピッチしで、高さHdで形成される。

【0070】本実施の形態においては、電極21を、例えば、基礎となる部分として、例えば、銅で形成し、その上にニッケルメッキを施し、さらに、その上に金メッキを施して形成した。基礎となる銅は、バンプ11の金よりは固い導電性金属である。電極21の基礎となる導電性金属は、接合時にバンプ11が押しつけられたときに、バンプ11は変形して接合するが、電極21は変形しないだけの高い剛性を持つことが望ましい。銅をその他の金属、例えば、アルミニウムに代えることもできる。最外周に金メッキを施しているのは、金のバンプ11と接合したとき、共に柔らかい金属なので接合能力を高め、かつ、腐食防止のためである。中間のニッケルメッキは、銅の表面に金メッキを安定に行えるようにするためである。

#### 【0071】電子回路装置装置の形成方法

次に、図1および図2に示すような、ICチップ10のパッド電極にバンプ11が形成された半導体装置1を、絶縁性基板20上に電極21が設けられた配線基板2上に異方性導電フィルム3により実装、固着した電子回路装置の形成方法について述べる。

【0072】(a) ICチップ10と同じサイズの異方性導電フィルム3を準備する。異方性導電フィルム3の樹脂バインダとしては、例えば、熱硬化性の接着材、例えば、エポキシ樹脂などを用いる。

【0073】(b) この異方性導電フィルム3を配線基板2の電極21が形成された面に置き、仮止め処理などを行った後、ICチップ10のバンプ11が形成された面を、配線基板2の電極21が形成された面に対向させ、対応する位置の電極21とバンプ11とを位置合わせして、異方性導電フィルム3上にICチップ10を載置する。

【0074】(c) バンプ11が形成されたICチップ10の上面から加熱および加圧して、異方性導電フィルム3を押しつぶし、当該異方性導電フィルム3中の導電性ボール31を介してバンプ11と電極21とを電気的に接続させる(仮圧着工程)。

【0075】(d) バンプ11が形成されたICチップ10の上面から加熱して、異方性導電フィルム3の樹脂バインダ30を、バンプ11と電極21を包囲した状態で固化させて、バンプ11が形成されたICチップ10を配線基板2上に固着する(本圧着工程)。本圧着工程における印加温度は、通常、仮圧着工程の処理温度よりも高い温度であり、例えば異方性導電フィルム3の樹脂バインダ30のガラス転移温度以上の温度とする。また、本圧着工程および仮圧着工程の印加圧力は、特に限定はないがICチップが破壊されない程度とし、例えば3~5kg/cm<sup>2</sup>とする。

【0076】異方性導電フィルムを構成する樹脂バインダのヤング率および線膨張率の例を表1に示した。

【0077】

【表1】

| ACF<br>樹脂バインダ | ヤング率<br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | 線膨張率<br>(mm/°C)       |
|---------------|--------------------------------|-----------------------|
| A             | 300.0                          | 28 × 10 <sup>-6</sup> |
| B             | 224.3                          | 50 × 10 <sup>-6</sup> |
| C             | 387.5                          | 46 × 10 <sup>-6</sup> |
| D             | 244.7                          | 60 × 10 <sup>-6</sup> |

ACF:異方性導電フィルム

【0078】なお、熱応力の回避を課題とする本発明においては、異方性導電フィルムを構成する樹脂バインダ30の線膨張率Fおよびヤング率Eの大きさが重要であるが、本実施の形態に適用する樹脂バインダ30として

は、表1に例示したような、線膨張率 $F$  ( $\text{mm}/^\circ\text{C}$ ) が  $20 \times 10^{-6} \sim 60 \times 10^{-6}$  程度の範囲にあるもの、ヤング率 ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ) が  $200 \sim 400$  程度のものを好ましく使用できる。

【0079】以上により、図1に図解した構造の、半導体装置1が形成される。すなわち、ICチップ10のバンパ11が対応する配線基板2の電極21と電気的に接続している状態で、バンパ11と電極21を包囲し、その状態で配線基板2とICチップ10（半導体装置1）とが固着されている。

【0080】（実施例1）図5は、樹脂バインダ30として、表1に例示した樹脂A～Dを用いて、バンパのボトム径を  $73 \mu\text{m}$ 、バンパ高さを  $24.8 \mu\text{m}$  として、図1に図解した電子回路装置を形成し、 $-25 \sim 125^\circ\text{C}$  の範囲で温度サイクル試験を行って電子回路装置が破壊に至るまでの熱疲労寿命を検査した結果を示す。

【0081】図5は、横軸に温度サイクルをとり、縦軸にバンパに発生する相当応力の値 ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ) をとった。なお、相当応力とは、von Mises の応力を意味する。

【0082】図5に図解した結果から、樹脂バインダ30の種類を変更して線膨張率やヤング率が変わると、バンパに発生する相当応力の値が変化し、相当応力が大きい程寿命が短くなるという結果が得られた。従って、上記電子回路装置の接続信頼性を高めるためには、接合界面に発生する応力振幅を小さくすることが重要となる。

【0083】（実施例2）図6は、上記電子回路装置に、マイナスの温度荷重がかけられた場合の変形の様子を模式的に示す断面図である。バンパが設けられた半導体チップ10が、配線基板の絶縁性基板20上に設けられた電極（不図示）上に、樹脂バインダ30中に導電性ボールが分散された異方性導電フィルムを介して、バンパ、電極、導電性ボールよりなる接合部Jにより実装、固着されている。配線基板の主体となる絶縁性基板20と、半導体チップ10の線膨張率が異なり、半導体チップ10の熱膨張率が絶縁性基板20の平面方向の熱膨張率の  $1/10$  程度である。製造時には、樹脂バインダの固化の目的などで熱が印加されており、この高温での状態が歪みゼロの相対位置となるため、半導体装置の不使用時（冷却時）にはマイナスの温度荷重された状態となり、半導体チップ10よりも絶縁性基板20の収縮量が大きいので下側に反ってしまう。

【0084】上記のような状態において、配線基板の電極と半導体チップのバンパの接合面にかかる応力を、バンパの高さを変更したものについて測定した。シリコンICチップのサイズは  $9\text{mm} \times 9\text{mm}$ 、厚さ  $0.4\text{mm}$  であり、バンパはボトム径  $73 \mu\text{m}$ 、トップ径（図2におけるBに相当する）  $55 \mu\text{m}$  とした。配線基板は、FR-4（4層積層型）、厚さ  $0.7\text{mm}$ （ビルドアップ層  $50 \mu\text{m}$  を含む）とした。また、異方性導電フィルム

は、樹脂バインダがエポキシ樹脂であり、 $5 \mu\text{m}$  の径のポリプロピレンボールに金メッキが施された導電性ボールを分散してフィルム状に加工したものをを用いた。結果を図7に示す。

【0085】図7に示すように、異方性導電フィルムにより半導体チップを配線基板上に持そうして得た電子回路装置において、相当応力が最小値となるような最適なバンパ高さの範囲（本実施例では  $35 \mu\text{m}$  近傍）があることが確認された。

10 【0086】上記の相当応力が最小値を持つ理由について、図8および図9を参照して以下に考察する。

【0087】図8（a）～（c）はバンパ11と電極21とにかかる応力を図解した図であり、図8（b）および（c）が（a）中のX部の拡大図に相当する。

【0088】バンパ11の高さが高くなるということは、異方性導電フィルム3の厚さが厚いことをも意味する。すなわち、異方性導電フィルム3の圧縮力または収縮力としての寄与度が大きくなる。例えば、冷却されてバンパ11の周辺の樹脂バインダ30が収縮した場合、樹脂バインダ30の厚み方向の総収縮量は、樹脂バインダ30の厚さに比例するので、総収縮量が増加する。

20 【0089】この収縮量がバンパ11全体に均等に振り分けられる場合は、単位長さ当たり（単位厚み方向の長さ当たり）の収縮量が同じになるため、バンパ11の応力が増加することはない。実際には、この現象は樹脂バインダ30から受ける収縮力がバンパ11を収縮させるのに限定された部分、換言すれば、バンパ11と導電性ボール31との接触箇所付近に集中するので、バンパ11の高さが高くなると、すなわち、図8（c）に図解したように、図8（b）より、樹脂バインダ30の厚みが厚い場合に、バンパ11にかかる応力が増加するために起こるものである。

【0090】図8（c）において、バンパ11と導電性ボール31との接触箇所（破線の○印で示したY部）に歪みが局所的に集中する。

【0091】次に、図9（a）～（c）を参照してバンパ11の高さが低い場合を考える。図9（a）～（c）はバンパ11と電極21とにかかる応力を図解した図であり、図9（b）および（c）が（a）中のX部の拡大図に相当する。

40 【0092】バンパ11の高さが低いということは、線膨張率の小さなICチップ10と、線膨張率の大きな配線基板2とが接近することを意味する。その結果、図9（b）および（c）に図解したように、バンパ11には剪断力が発生する。バンパ11の高さが低いと、ICチップ10と配線基板2とによるバイメタル構造が接近するため、マイナスの温度荷重がかけられた場合の電子回路装置全体での反り量が大きくなり、単位体積当たりの剪断力が増加する。これにより、ICチップ10とバンパ11の接合部およびバンパ11と導電性ボール31の

接触箇所それぞれに発生する剪断力が増加することになる。

【0093】図9(c)に図解したように、パンプ11の高さが高くなると、ICチップ10と配線基板2との距離が遠くなるので、バイメタル構造としての反り量は図9(b)とは逆に減少することになる。これにより、単位体積当たりの剪断力が減少し、ICチップ10とパンプ11の接合部およびパンプ11と導電性ボール31の接触箇所それぞれに発生する剪断力が減ることになる。

【0094】なお、上記の剪断応力や前述の圧縮力は、ICチップ10とパンプ11の接合部およびパンプ11と導電性ボール31の接触箇所に集中してしまうが、図10のZ部に示すように、導電性ボール31がICチップよりも柔らかい材質で形成されていたり、導電性ボールが完全には固定されておらず、多少ずれたりすることができる場合に、少しではあるが上記剪断応力を緩和する効果を有しており、パンプ11と導電性ボール31の接触箇所にかかる応力がICチップ10とパンプ11の接合部に比較してやや小さめにできる。そのため、相当応力の最大値はICチップ10とパンプ11の接合部にすることが多く、パンプの根本部の断面積（あるいはパンプのボトム径）によっても左右されることになる。

【0095】上記のように、パンプ接合部には異方性導電フィルム中の樹脂バインダの収縮による応力と、反りによる剪断応力がかかり、それぞれの相関から、パンプ接合部にかかる応力に最小値が存在する。熱疲労寿命は、図5に示すように、パンプ11部に発生する相当応力に相当強い相関を持つので、図7に図解したように、相当応力に対してパンプ11の高さが最小値を示すことは、電子回路装置の熱応力に対する信頼性を最適にする最適なパンプ11の高さが存在することを意味する。

【0096】（実施例3）本願発明者は、そのようなパンプ11の高さの最適値を求める実験を行った。図11および図12にその結果を示す。図11は、横軸にパンプの高さをとり、縦軸に相当応力をとり、異方性導電フィルム中の導電性ボール31を介してパンプ11が電極21と接合している構造において、パンプ11のボトム

$$a_L < (A/H) + (1000 \times E \times F) < a_U \quad \dots (1)$$

【0102】図10に図解した結果から、上記の特性の異方性導電フィルムを用いた場合、 $A=73\mu\text{m}$ 、 $H=35\mu\text{m}$ が、各種のボトム径Aについて考察した結果、最適値である。

【0103】表1に図解したような各種の樹脂バインダ30の線膨張率Fおよびヤング率E、各種のパンプのボ

$$10 < (A/H) + (1000 \times E \times F) < 22 \quad \dots (1a)$$

【0105】また別の観点から考察すると、パンプのボトム径Aは大きいほど、相当応力を低下させることができ、電子回路装置の熱応力に対する信頼性を向上させることができる。しかしながら、隣接するパンプ11、お

径Aを、 $A=50\mu\text{m}$  (●)、 $60\mu\text{m}$  (□)、 $73\mu\text{m}$  (○)と変化させたときのパンプの高さと相当応力の関係を示すグラフである。パンプ径以外の条件は、異方性導電フィルムの樹脂バインダをエポキシ樹脂とし、ガラス転移温度以下における熱膨張係数が $28 \times 10^{-6} \text{ mm}/^\circ\text{C}$ 、ヤング率が $300 \text{ kg f}/\text{mm}^2$ 、ポアソン比が0.4とした。

【0097】図11から、同じボトム径Aにおいて、パンプの高さに応じて相当応力が最小になる最適値があることが判る。さらに、パンプのボトム径Aが小さくなると、相当応力の最小値が大きくなることが判る。

【0098】図11のグラフを考察すると、2本の点線で示したように、導電性ボール31を介してパンプ11を電極21に接合させている時のパンプの高さHと、ボトム径Aとの間に、 $A/H=$ 一定になる、最適なパンプの高さHと、最適なパンプのボトム径Aが存在することが判った。

【0099】また、図12は、横軸にパンプの高さをとり、縦軸に相当応力をとり、異方性導電フィルム中の導電性ボール31を介してパンプ11が電極21と接合している構造において、パンプ11のボトム径Aを $73\mu\text{m}$ に固定し、樹脂バインダの特性を変化させたときのパンプの高さと相当応力の関係を示すグラフである。図中、○の樹脂バインダ特性はガラス転移温度以下における熱膨張係数が $28 \times 10^{-6} \text{ mm}/^\circ\text{C}$ 、ヤング率が $300 \text{ kg f}/\text{mm}^2$ 、ポアソン比が0.4であり、■の樹脂バインダ特性はガラス転移温度以下における熱膨張係数が $50 \times 10^{-6} \text{ mm}/^\circ\text{C}$ 、ヤング率が $224.34 \text{ kg f}/\text{mm}^2$ 、ポアソン比が0.4である。

【0100】上記のように、 $A/H$ の範囲は、異方性導電フィルム中の樹脂バインダ30のガラス転移温度以下における線膨張率F ( $\text{mm}/^\circ\text{C}$ )と、そのときのヤング率E ( $\text{kg f}/\text{mm}^2$ )に依存し、下記式を満足する範囲である下限値 $a_L$ 、上限値 $a_U$ 内が最適なパンプの寸法になることが上記実験から求められた。

【0101】

【数7】

ボトム径Aおよび高さHについて実験を行った結果、下記式で示される範囲が好ましいパンプ11の高さHとボトム径Aであることが判った。すなわち、式1において、 $a_L \approx 10$ 、 $a_U \approx 22$ である。

【0104】

【数8】

よび、隣接する電極21との間隔の制限から、ボトム径Aを無制限に大きくすることができない。図2に図解したように、隣接するパンプのピッチをL ( $\mu\text{m}$ )で表すと、下記式で示される範囲がICチップ10と配線基板

2とを接合できる許容範囲であることが判った。

【0106】

$$(b_1 \times L/2) < A < (b_2 \times L/2) \quad \dots (2)$$

【0107】本願発明者の実験によれば、係数 $b_1 = 0.75$ 、係数 $b_2 = 0.85$ とすると、熱応力に対して信頼性が高く、寿命が長いフリップチップが実現でき

$$(0.75 \times L/2) < A < (0.85 \times L/2) \quad \dots (2a)$$

【0109】従って、基本的には、式(1)と式(2)(あるいは、式(1a)と式(2a))とを満足するバンプを形成すればよいことが判った。

【0110】なお、バンプの最適な高さは、厳密にはバンプの高さ $H$ と配線基板の電極21の高さ $H_d$ の両者に支配される。本実施の形態においては、電極21の高さ $H_d$ を、例えば、銅の厚さ $6\mu m$ 、ニッケルメッキの厚さ $4\sim 5\mu m$ 、金メッキの厚さ $0.02\mu m$ の合計、 $H_d = 10\sim 11\mu m$ 程度を前提にしてバンプの高さ $H$ を考察した。従って、電極21の高さ $H_d$ が上述した高さより低い場合は、バンプ11の高さをその分だけ高くすることができる。

【0111】本発明は上記に限定されない。例えば、電極21として、銅(厚さ $6\mu m$ )、ニッケルメッキ(厚さ $4\sim 5\mu m$ )、金メッキ(厚さ $0.02\mu m$ )を用い、バンプ11として金を用い、異方性導電フィルム3の樹脂バインダ30として表1に例示したものを用いた実施の形態について述べたが、本発明はこれらの実施の形態に限定されることなく、種々の材料、厚さについて適用できる。また、本発明の半導体チップとして、シリコンチップを用いたICチップ10について述べたが、半導体チップとしては、シリコンを用いたものには限定されない。例えば、化合物半導体を用いたチップであってもよい。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【0112】

【発明の効果】本発明によれば、異方性導電フィルムを介して半導体チップのバンプと配線基板の電極とが接合された電子回路装置、熱応力がかかっても、半導体集積回路チップに形成された突起電極(バンプ)と配線基板に形成された配線基板との接合が不良になったり、接合喪失が起こることを回避する、条件が見いだされた。

【0113】本発明によれば、そのような条件に基づき、信頼性の高いフリップチップ型の電子回路装置が提供できた。

【0114】また本発明によれば、そのような電子回路装置の製造方法が提供された。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明に係る電子回路装置の断面図である。

【数9】

ることが判明した。

【0108】

【数10】

【図2】図2は、図1におけるバンプと電極の接合部分を拡大した断面図である。

10 【図3】図3(a)～(c)は、電極と接合する前のバンプの基本的な形成方法を図解した部分図である。

【図4】図4(d)～(e)は、電極と接合する前のバンプの基本的な形成方法を図解した他の部分図である。

【図5】図5は、実施例1に係る電子回路装置のバンプ部に係る相当応力と寿命の関係を示したグラフである。

【図6】図6は、マイナスの温度荷重がかかった場合に、電子回路装置を構成する配線基板、ICチップ、異方性導電フィルムの線膨張率の相違による反りの発生の様子を示す図である。

20 【図7】図7は、実施例2において、バンプの高さを変更したときのバンプ部に発生する相当応力の関係を示したグラフである。

【図8】図8(a)～(c)は、バンプの高さが高いときのバンプと電極の配線パターンとのかかる応力を図解した図である。

【図9】図9(a)～(c)は、バンプの高さが低いときのバンプと電極の配線パターンとのかかる応力を図解した図である。

30 【図10】図10は、バンプにかかる剪断応力が異方性導電フィルム中の導電性ボールにより緩和される機構を説明するための模式断面図である。

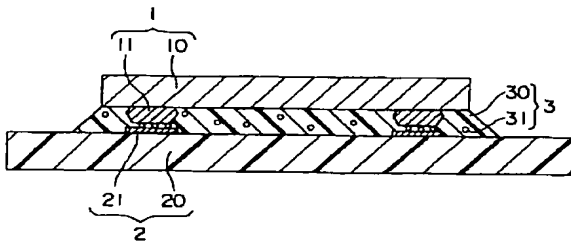
【図11】図11は、樹脂バインダ条件を一定とし、バンプが電極と接触している時のバンプのボトム径を変化させたときのバンプの高さと相当応力の関係を示すグラフである。

【図12】図12は、バンプのボトム径条件を一定とし、樹脂バインダ特性を変化させたときのバンプの高さと相当応力の関係を示すグラフである。

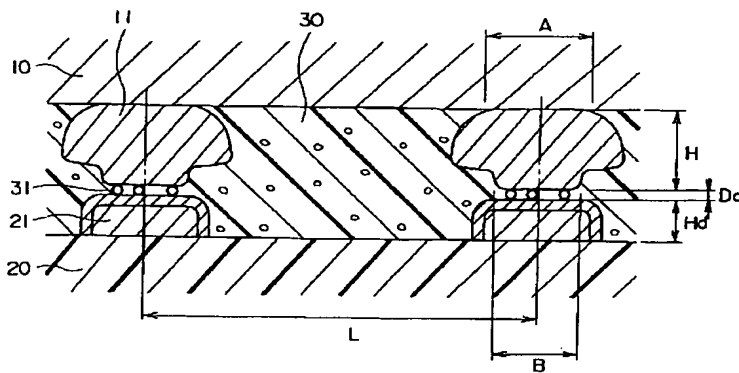
【符号の説明】

40 1…半導体装置、10…半導体チップ、11…バンプ、2…配線基板、20…絶縁性基板、21…電極(ランド)、3…異方性導電フィルム、30…樹脂バインダ、31…導電性ボール、4…作業台、50…キャピラリ、51…ホール、52…クランプ、53…トーチ、60…金線、61…金ボール、70…レベリングプレート、100…アルミニウムパッド、101…パッシベーション膜。

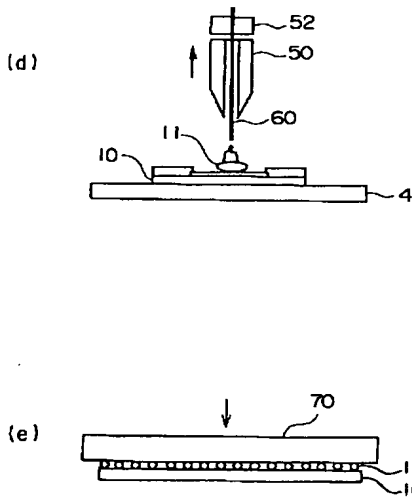
【図 1】



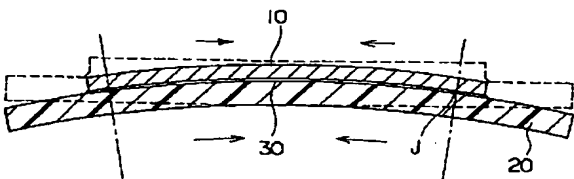
【図 2】



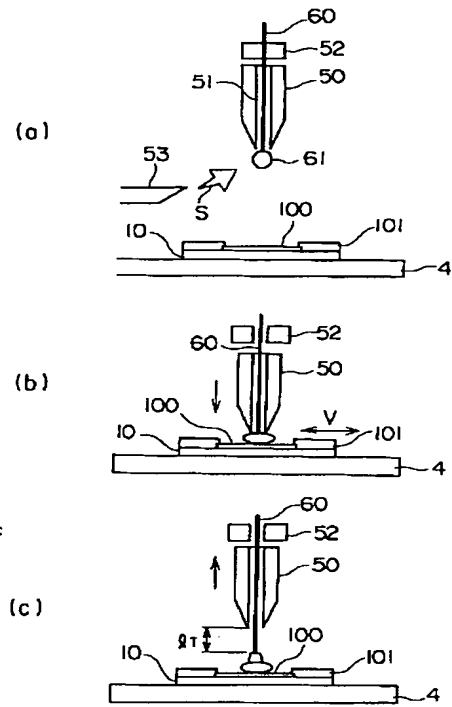
【図 4】



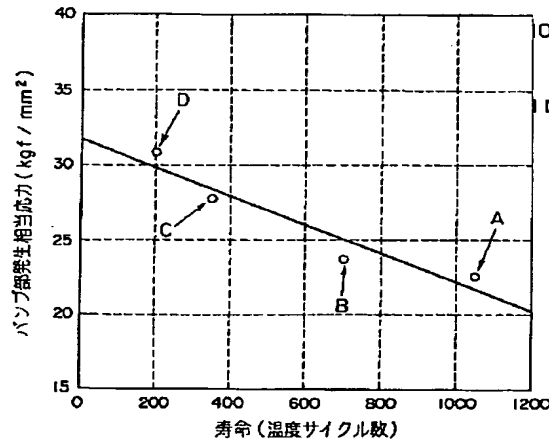
【図 6】



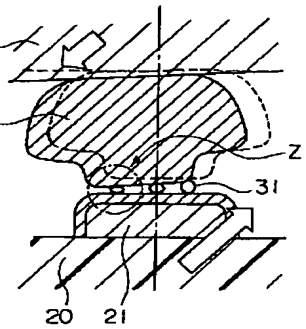
【図 3】



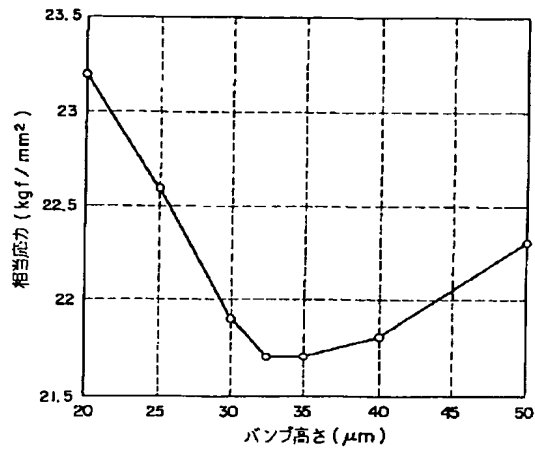
【図 5】



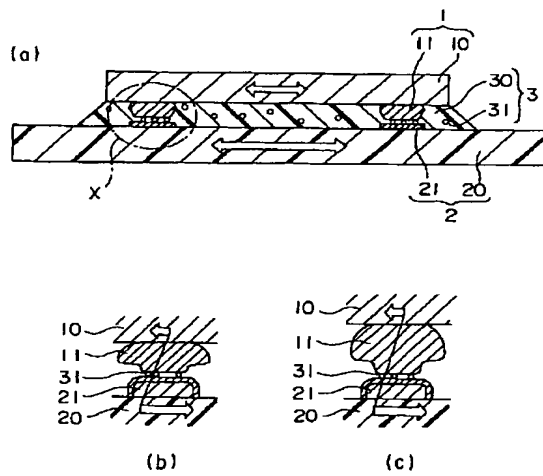
【図 10】



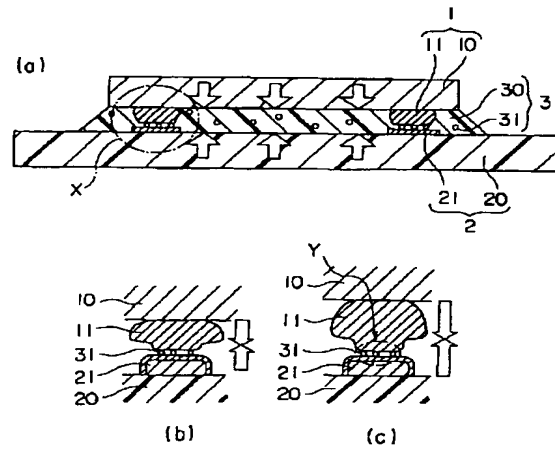
【図 7】



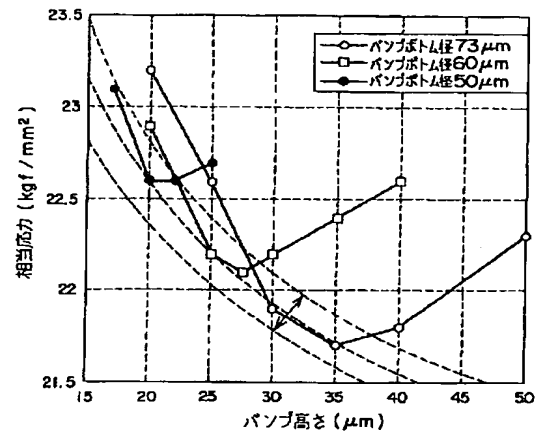
【図 9】



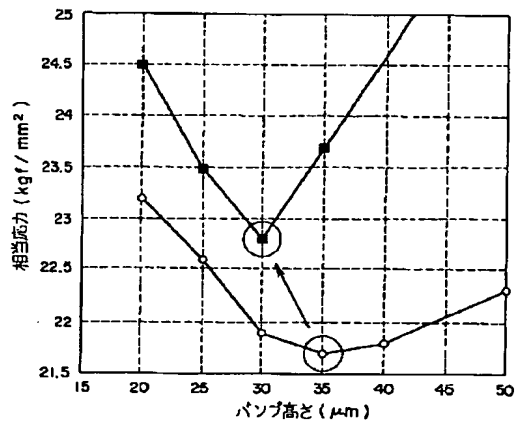
【図 8】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 本多 位行  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ  
ー株式会社内

F ターム(参考) 5E319 AA03 AB05 AC17 BB16 CC61  
GG11  
5F044 KK01 LL09 QQ02